

8008621 011018

MADE IN ITALY

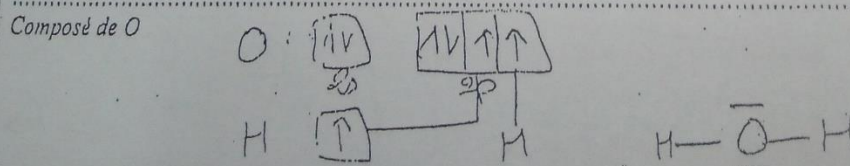
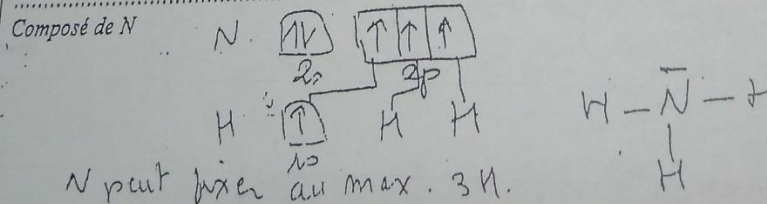
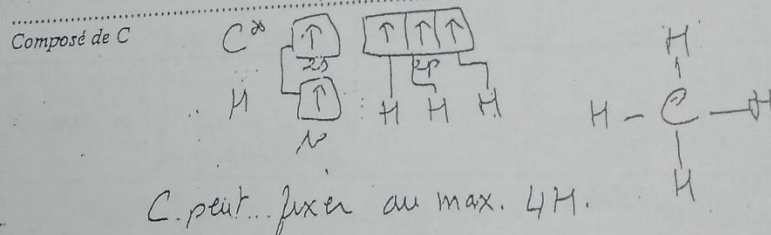
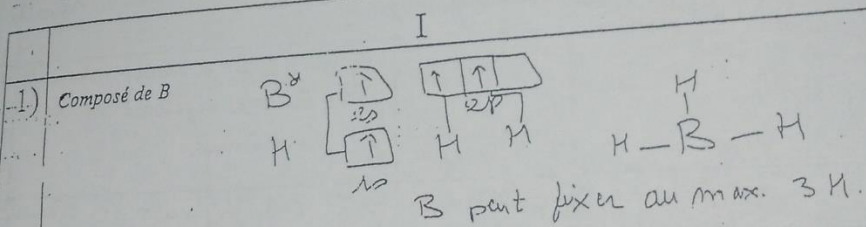
Année 2011-2012

Université El-Hachem Ayyad  
Faculté des Sciences  
Marrakech

Contrôle 2, Filière SMPC  
Module de Chimie Générale-S1

Feuille - réponse

N° de table	Nom : .....	Note  20
N° Apogée	Prénom : .....	
	Né le ...../...../19..... à .....	

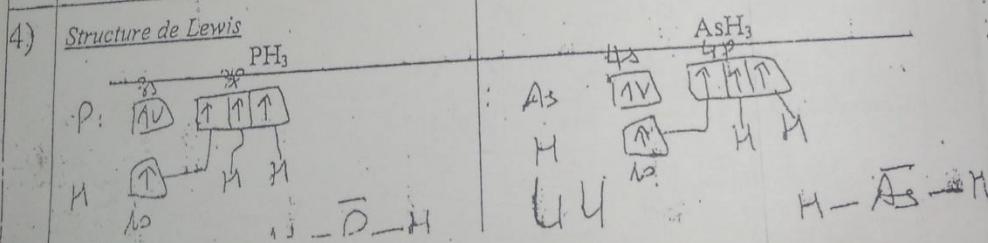


Composé de	Géométrie de Base	Justification
B	Triangulaire	Formule structurale $AX_3E_0$ ou Trois doublets autour de B.
C	Tétraédrique	Formule structurale $AX_4E_0$ ou Quatre doublets autour de C.
N	Tétraédrique	Formule structurale $AX_3E_1$ ou Quatre doublets autour de N.
O	Tétraédrique	Formule structurale $AX_2E_2$ ou Quatre doublets autour de O.

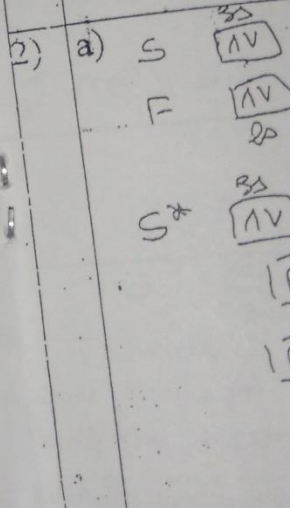
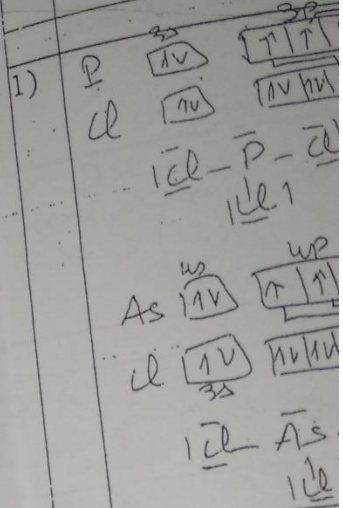
Composé de	Polarité + justification	Hybridation + justification
B	Apolaire, car forme régulière ou barycentre de $\oplus$ et $\ominus$ sont confondus	$sp^2$ car $AX_3E_0$ ou géométrie de base triangulaire
C	"	$sp^3$ car formule structurale $AX_4E_0$ ou géométrie de base tétraédrique
N	Polaire, car forme irrégulière ou barycentres de $\oplus$ et $\ominus$ ne sont pas confondus	$sp^3$ car formule structurale $AX_3E_1$ ou géométrie de base tétraédrique
O	"	$sp^3$ car formule structurale $AX_2E_2$ ou géométrie de base tétraédrique

3)  $BH_3$  :  $\alpha_B = 120^\circ$  } car formes régulières  
 $CH_4$  :  $\alpha_C = 109^\circ$  }  
 $\rightarrow \alpha_B > \alpha_C > \alpha_N > \alpha_O$

$NH_3$  ( $AX_3E_1$ )  $H_2O$  ( $AX_2E_2$ )  
 $\rightarrow \alpha_O < \alpha_N < 109^\circ$  (effet des doublets)



5) a)  $T_{eb}(PH_3) < T_{eb}(NH_3)$  : C  
 la liaison  $H-N$  du  
 b)  $T_{eb}(PH_3) < T_{eb}(AsH_3)$  :  
 m : est la m



espèces  $O_2$ ,  $ON$ ,  $ON^+$ ,  $OH^-$  et  $OH_2$ .  
 es OM de  $O_2$  (il n'y a pas d'interaction s-p) et donner la  
 déduire le nombre de liaisons.

Filière SMPC Module de Chimie Générale S1  
 Corrigé de contrôle de rattrapage 2009/2010

deux inconnues il faut alors deux équations :  
 $E = E_n \frac{Z^2}{n^2} = E_n$  d'où  $n = Z$ .  
 $Z = 3$ , d'où  $n = 3Z$  ;  
 $Z = 3$ . Donc l'hydrogénoïde en question est  $Li^{2+}$ .

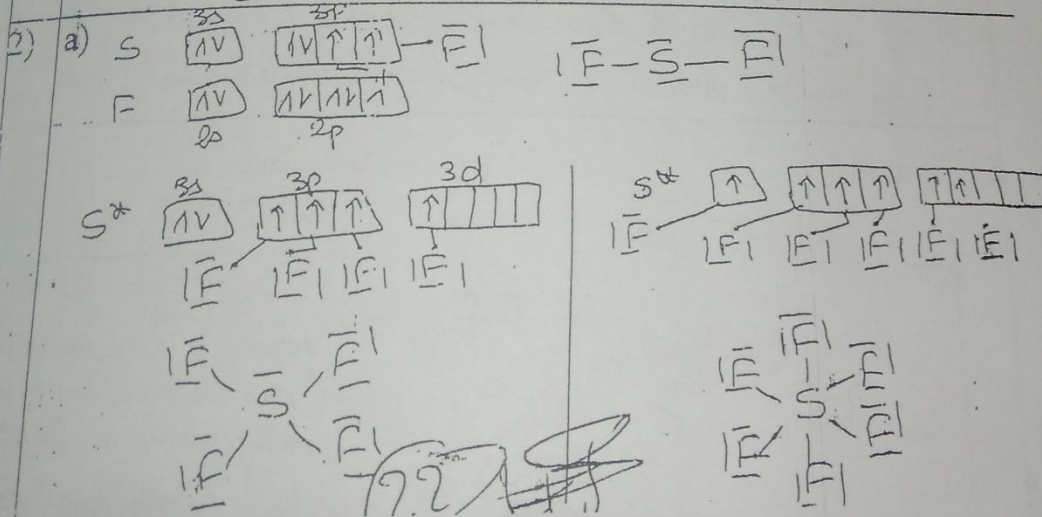
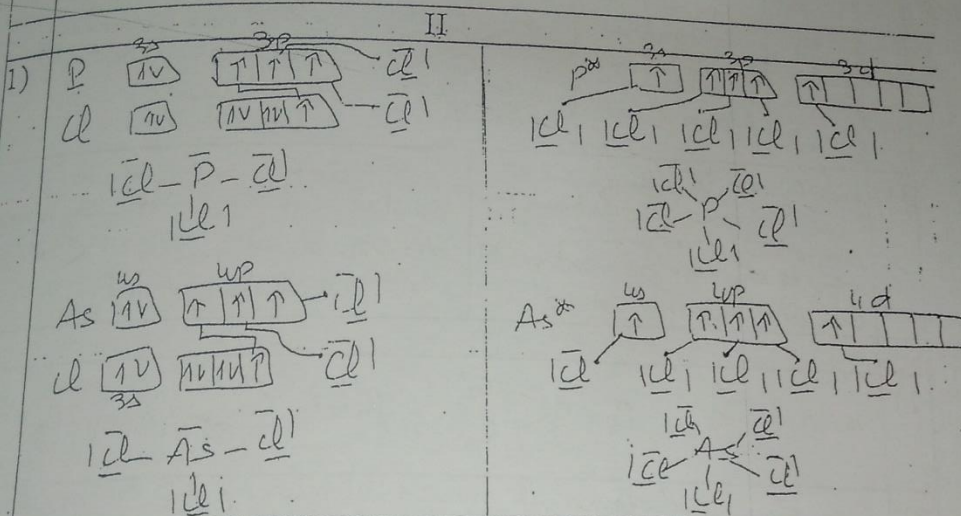


$AX_3E_1 \rightarrow$  même géométrie au niveau (un de angulaire)  $\rightarrow$  même forme pyramidale à base triangulaire.

5) a)  $T_{eb}(PH_3) < T_{eb}(NH_3)$ : Car dans  $NH_3$  on a présence de la liaison hydrogène.

b)  $T_{eb}(PH_3) < T_{eb}(AsH_3)$ :

Car  $M_{PH_3} < M_{AsH_3}$   
 $m$ : est la masse molaire.

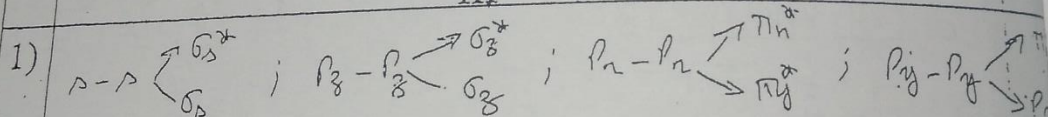


		b)	c)
Espece	Forme	Représentation	Hybridation+justification
$SF_2$	Concave (en V)		$sp^3$ , car formule structurale $AX_2E_2$ en géométrie de base tétraédrique.
$SF_4$	"tétraèdre déformé"		$sp^3d$ , car formule structurale $AX_4E_1$ en géométrie de base bipyramidale à base triangulaire.
$SF_6$	octaèdre ou bipyramide à base carrée		$sp^3d^2$ , car formule structurale $AX_6E_0$ en géométrie de base tétraédrique.

3) a)  $OF_2$  existe car O a 2 e<sup>-</sup> célibataires et chaque F a un e<sup>-</sup> célibataire.  $OF_4$  et  $OF_6$  ne peuvent exister car O n'a pas d'OA. d.

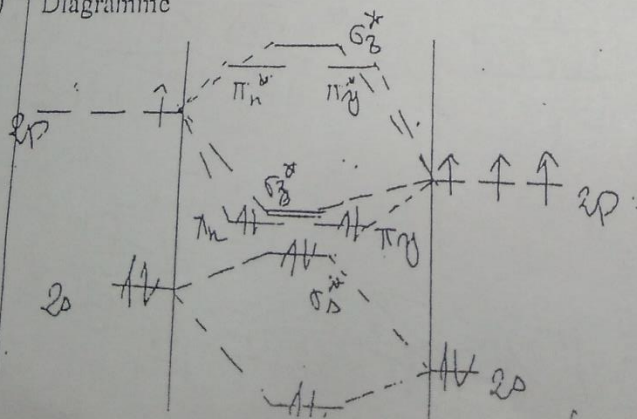
b)  $SeF_2$ ,  $SeF_4$  et  $SeF_6$  existent car Se, comme S, possède des OA. d. et  $\chi(Se) < \chi(F)$   
 $\chi$  = électronégativité.

### III

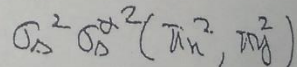


2) Car  $E_s$  de l'atome le moins électronégatif est proche de  $E_p$  de l'atome le plus électronégatif ( $s = O.A. s$ ,  $p = O.A. p$ ).  
 Conséquence : les  $ON \pi$  sont plus stables que l' $ON \sigma$ .

3) Diagramme



Configuration



$$4) W = \frac{6-2}{2} = 2$$

donc 2 liaisons  $\pi$   
 (pas de liaisons  $\sigma$  ; voir diagramme ou configuration)  
 les liaisons dans  $BN$



Conto Atomistique SMP

Université Cadi Ayyad  
Faculté des Sciences  
Sémala - Marrakech

Département de Chimie  
Année 2015 -2016  
Semestre S1

14.00

Filière SMPC  
Atomistique

Données à utiliser en cas de besoin :

Intitulé	Symbole	Valeur en M.K.S.A
Masse du proton	$m_p$	$1,67252 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse du neutron	$m_n$	$1,674482 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse de l'électron	$m_e$	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Charge élémentaire	$e$	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c$	$3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Permittivité du vide	$\epsilon_0$	$1/(36\pi \cdot 10^9) = 9 \cdot 10^{-12} \text{ (SI)}$
Constante de Planck	$h$	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
Rayon de Bohr	$a_0$	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Constante de Rydberg	$R_H$	$1,0973740 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
Energie de l'électron de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental	$E_H$	$-13,6 \times (1,6 \cdot 10^{-19}) \text{ J}$
L'unité de masse atomique	$1 \text{ u.m.a.}$	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Nombre d'Avogadro	$N$	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Debye (Moment Dipolaire)	$D$	$(1/3)10^{-29} \text{ C.m.}$
Calorie	$\text{cal}$	$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
Electron-Volt	$\text{eV}$	$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
L'Angström	$\text{\AA}$	$1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$

Exercice I :

On considère les espèces suivantes :  ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ,  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}^{48}_{22}\text{X}$ ,  ${}^{46}_{22}\text{A}$ ,  ${}^{85}_{37}\text{Rb}$  et  ${}^{85}_{37}\text{Rb}^-$

- Donner les nombres de protons, de neutrons et d'électrons des espèces considérées.
- Indiquer celles qui sont des isotopes.

Correction :

1)

	${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{48}_{22}\text{X}$	${}^{46}_{22}\text{A}$	${}^{85}_{37}\text{Rb}$	${}^{85}_{37}\text{Rb}^-$
Protons	12	17	22	22	37	37
Neutrons	12	18	26	24	48	48
Electrons	10	17	22	22	37	38

2)  ${}^{48}_{22}\text{X}$  et  ${}^{46}_{22}\text{A}$  des isotopes car possèdent le même nombre de protons et des nombres de neutrons différents.

Exercice II :

L'uranium (U) (Z= 92) existe principalement, à l'état naturel, sous la forme de deux isotopes :  ${}^{235}\text{U}$  et  ${}^{238}\text{U}$ .

- Déterminer le nombre des différents constituants des atomes de ces deux isotopes
- Calculer les masses molaires de chacun des isotopes en  $\text{g.mol}^{-1}$ .
- Déterminer la proportion en mole de  ${}^{235}\text{U}$  dans l'uranium naturel.

Données : Masse molaire de U naturel :  $M(\text{U}) = 238,0289 \text{ g mol}^{-1}$ ,  
Masses atomiques :  $m({}^{235}\text{U}) = 235,0439 \text{ u.m.a.}$  ;  $m({}^{238}\text{U}) = 238,0508 \text{ u.m.a.}$

Correction :

1) Deux isotopes  $^{235}_{92}\text{U}$  92 protons, 143 neutrons, 92 électrons

$^{238}_{92}\text{U}$  92 protons, 146 neutrons, 92 électrons

2) La valeur de la masse molaire d'un élément en g/mol est la même que celle de sa masse atomique en u.m.a.

Exemple pour  $^{14}\text{N}$ , alors comme  $1\text{uma} = 1/\mathcal{N}(\text{g})$

La masse **molaire** de  $^{14}\text{N}$  est 14 g/mol.

La masse **atomique** de  $^{14}\text{N}$  est  $14/\mathcal{N} = 14 \times 1/\mathcal{N} = 14 \times 1\text{uma} = 14\text{uma}$ .

Donc  $\mathcal{M}(^{235}_{92}\text{U}) = 235,0439\text{ g/mol}$  et  $\mathcal{M}(^{238}_{92}\text{U}) = 238,0508\text{ g/mol}$ .

3)  $x_1 \cdot m(^{235}_{92}\text{U}) + x_2 \cdot m(^{238}_{92}\text{U}) = m(\text{U}_{\text{naturel}})$  avec  $x_1 + x_2 = 1$

$$(1 - x_2) \cdot 235,0439 + x_2 \cdot 238,0508 = 238,0289$$

$$3,0069 \cdot x_2 = 2,985 \implies x_2 = 0,9927 \text{ et donc } 99,27\% \text{ et donc } x_1 = 0,73\%.$$

L'uranium naturel est composé de 0,73% de  $^{235}_{92}\text{U}$  et de 99,27% de  $^{238}_{92}\text{U}$

### Exercice III :

Donner l'expression de l'énergie de l'électron d'un hydrogénoïde placé sur une couche n (niveau énergétique).

Soit l'hydrogénoïde  $^2\text{He}^+$  pris à l'état fondamental.

1. Sur quelle couche se trouverait l'électron lorsqu'il est soumis à un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda_1 = 23,759\text{ nm}$ ?

2. Sur quel niveau énergétique se trouverait cet électron lorsqu'il émet des rayonnements dont les longueurs d'onde sont:

a-  $\lambda_2 = 1013,74\text{ nm}$

b-  $\lambda_3 = 190,08\text{ nm}$

3- Faire un schéma montrant toutes les transitions correspondant aux deux raies d'émission considérées.

4- Calculer l'énergie d'ionisation de cet hydrogénoïde à partir du dernier niveau d'énergie obtenu.

$$\text{Correction : } E = E_H \frac{Z^2}{n^2}$$

1- La transition a lieu du niveau  $n_i = 1$  vers  $n_f$  et  $Z=2$  c'est une absorption donc  $\Delta E$  est positive, soit

$$\Delta E = E_f - E_i = E_H \frac{Z^2}{n_f^2} - E_H \frac{Z^2}{n_i^2} = \frac{hc}{\lambda_1} \implies E_H Z^2 \left( \frac{1}{n_f^2} - 1 \right) = \frac{hc}{\lambda_1} \implies$$

$$13,6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot \left( 1 - \frac{1}{n_f^2} \right) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{23,759 \cdot 10^{-9}}$$



$$\Rightarrow \left(1 - \frac{1}{n_f^2}\right) = 0,96 \Rightarrow n_f = 5.$$

L'électron a transité de l'état fondamental  $n=1$  vers le niveau excité  $n=5$  avec une longueur d'onde  $\lambda_1 = 23,759 \text{ nm}$ .

2- a) Lors d'une émission, l'électron revient vers un niveau d'énergie  $n_f < 5$  avec une longueur d'onde  $\lambda_2 = 1013,74 \text{ nm}$ , avec  $n_i = 5$ .

Calculons  $n_f$ :

Il s'agit d'une émission  $\Delta E < 0$ .

$$\square \Delta E \square = \square E_f - E_i \square = \square E_H \frac{Z^2}{n_f^2} - E_H \frac{Z^2}{n_i^2} \square = \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \square E_H Z^2 \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) \square$$

$$= \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow$$

$$\left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} * 3 \cdot 10^8}{13,6 * 1,6 \cdot 10^{-19} * 4 * 1013,74 \cdot 10^{-9}}$$

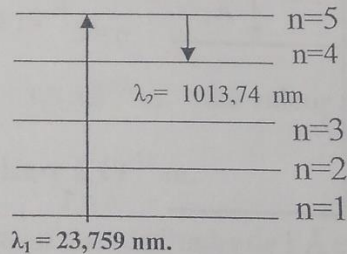
$$n_f = 4.$$

3- b) Nous procédons de la même manière que pour a) avec  $\lambda_3 = 190,08 \text{ nm}$ .

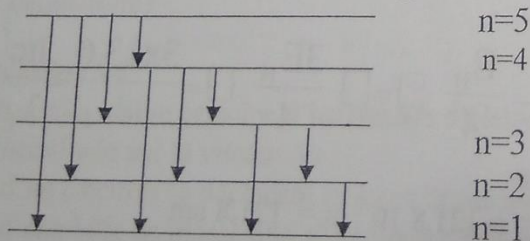
$$\left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} * 9 \cdot 10^{16}}{13,6 * 1,6 \cdot 10^{-19} * 4 * 190,08 \cdot 10^{-9}}$$

On trouve  $n_f = 2,5$  qui ne correspond pas à un niveau d'énergie électronique ( $n \in \mathbb{N}^*$ )

Cette émission ne fait pas partie de celles de l'hydrogénoïde  ${}^4_2\text{He}^+$



3- 10 raies d'émissions à partir de  $n=5$



ême que celle de sa

$$\implies \left(1 - \frac{1}{n_f^2}\right) = 0,96 \implies n_f = 5.$$

L'électron a transité de l'état fondamental  $n=1$  vers le niveau excité  $n=5$  avec une longueur d'onde  $\lambda_1 = 23,759 \text{ nm}$ .

2- a) Lors d'une émission, l'électron revient vers un niveau d'énergie  $n_f < 5$  avec une longueur d'onde  $\lambda_2 = 1013,74 \text{ nm}$ , avec  $n_i = 5$ .

Calculons  $n_f$  :

Il s'agit d'une émission  $\Delta E < 0$ .

$$\Delta E = E_f - E_i = E_H \frac{Z^2}{n_f^2} - E_H \frac{Z^2}{n_i^2} = \frac{hc}{\lambda_2} \implies E_H Z^2 \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) = \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$\implies \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} = \frac{hc}{\lambda_2 E_H Z^2}$$

$$\left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 1013,74 \cdot 10^{-9}}$$

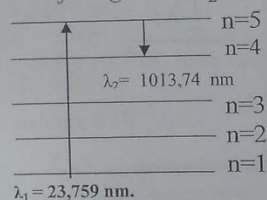
$$n_f = 4.$$

3- b) Nous procédons de la même manière que pour a) avec  $\lambda_3 = 190,08 \text{ nm}$ .

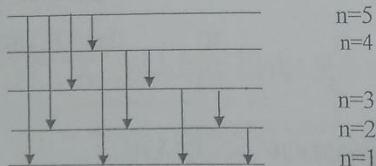
$$\left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{25} \right) = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 9 \cdot 10^{16}}{13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 190,08 \cdot 10^{-9}}$$

On trouve  $n_f = 2,5$  qui ne correspond pas à un niveau d'énergie électronique ( $n \in \mathbb{N}^*$ )

Cette émission ne fait pas partie de celles de l'hydrogénoïde  ${}^4\text{He}^+$



3- 10 raies d'émissions à partir de  $n=5$





4- L'électron se trouve au niveau d'énergie  $n=4$ , son ionisation correspond à son départ à l'infini soit :

$$EI = E_f - E_i = E_\infty - E_4 = 0 - E_H \frac{Z^2}{4^2} = 3,4 \text{ eV.}$$

#### Exercice IV

L'hydrogène à l'état atomique est soumis à un faisceau d'électrons accélérés sous une tension de 12,1 V.

- 1- Quels sont les niveaux d'excitation possibles pour l'électron de l'hydrogène ?
- 2- Schématiser les émissions possibles à partir de ces niveaux excités et calculer les longueurs d'onde correspondantes.

Données :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

Correction :

Rq : (Dans un accélérateur de particules, un champ électrique radiofréquence augmente la vitesse et donc l'énergie des électrons)

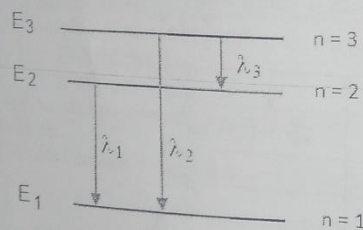
L'électron chargé et accéléré rayonne en émettant une énergie  $E = qU = 12,1 \text{ eV}$ .

- 1- L'électron transite du niveau fondamental  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  vers un niveau supérieur  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$

eV, cette transition nécessite une énergie  $\Delta E = E_n - E_1 = -\frac{13,6}{n^2} + 13,6 = 12,1 \text{ eV}$

Ceci donne  $n^2 = 9$ . Il y a alors excitation si l'énergie restituée est inférieure ou égale à 12,1 eV.  
 $\Delta E = E_1 - E_n \leq 12,1 \text{ eV}$  soit  $n^2 \leq 9$  et alors les niveaux excités sont  $n=2$  et  $n=3$ .

2-



Les longueurs d'onde des raies observées sont :

Calcul de  $\lambda_1$  :

$$\Delta E = E_f - E_i = E_1 - E_2 = E_H - \frac{E_H}{4} = \frac{3E_H}{4} = \frac{3 \times 13,6}{4} = \frac{hc}{\lambda_1}$$

$$\lambda_1 = \frac{4hc}{3 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{4 \times 6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{3 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 121,8 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 121,8 \text{ nm.}$$

Calcul de  $\lambda_2$  :

tion correspond

$$\Delta E = E_f - E_i = E_1 - E_3 = E_H - \frac{E_H}{9} = \frac{8E_H}{9} = \frac{8 \times 13,6}{9} \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{9hc}{8 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{9 \times 6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{8 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 102,7 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 102,7 \text{ nm.}$$

Calcul de  $\lambda_3$ :

$$\Delta E = E_f - E_i = E_2 - E_3 = \frac{E_H}{4} - \frac{E_H}{9} = \frac{5E_H}{36} = \frac{5 \times 13,6}{36} \frac{hc}{\lambda_3}$$

$$\frac{hc}{\lambda_3}$$

$$\lambda_3 = \frac{36hc}{5 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{36 \times 6,626 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{5 \times 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 657,7 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 657,7 \text{ nm.}$$

#### Exercice V

1. Calculer la longueur d'onde associée à un proton dont l'énergie cinétique  $E_c = 100 \text{ eV}$ .
2. Déterminer la longueur d'onde associée à une voiture pesant  $1250 \text{ kg}$  et roulant à  $100 \text{ km/h}$ .
3. Conclure.

Correction :

1- Unités  $E(\text{J})$ ,  $m(\text{Kg})$ ,  $v(\text{m/s})$  et  $\lambda$  en m.

$$E_c = 100 \text{ eV} = 100 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 160 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 \text{ soit } v = 1,4 \cdot 10^5 \text{ m/s. et selon la relation de De Broglie } \lambda = \frac{h}{mv} = 2,866 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

$c$  est une longueur d'onde décelable car supérieure à  $10^{-14} \text{ m}$ .

$$3- \text{ Pour la voiture } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1250 \times 27,77} = 1,9 \cdot 10^{-38} \text{ m. cette valeur n'a pas de sens}$$

physique tellement elle est petite, très inférieure à  $10^{-14} \text{ m}$ .

Cette théorie ne s'applique que sur les particules quantiques de l'ordre de l'Å et non sur les objets macroscopiques tel qu'une voiture (et de toute manière la voiture ne se déplace pas de manière ondulatoire)

#### Exercice VI

En appliquant le principe d'incertitude d'Heisenberg aux deux systèmes suivants, calculer l'incertitude sur la vitesse  $\Delta v$  :

1. d'un électron se déplaçant en ligne droite avec  $\Delta x = 1 \text{ Å}$ .
2. d'une bille de masse  $58 \text{ g}$  se déplaçant en ligne droite avec  $\Delta x = 1 \text{ mm}$ .
3. Conclure

Correction



1- L'électron se déplace suivant une ligne droite, on a :

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2\pi} \implies \Delta v \geq \frac{h}{2\pi m \Delta x}$$

$$\Delta x = 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m et } m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg.}$$

$$\Delta v \geq \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{2 \times 3,14 \times 9,109 \cdot 10^{-31} \times 10^{-10}}$$

$$\Delta v \geq 1,16 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

L'incertitude sur la position étant connue avec précision de  $10^{-10} \text{ m}$ , à l'échelle atomique, l'incertitude sur la vitesse est très importante.

2- Pour la bille de masse  $m = 58 \text{ g} = 58 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$  et  $\Delta x = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$ .

$$\Delta v \geq \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{2 \times 3,14 \times 58 \cdot 10^{-3} \times 10^{-3}}$$

$$\Delta v \geq 1,82 \cdot 10^{-30} \text{ m/s. Cette incertitude est trop faible et donc non mesurable.}$$

Le principe d'Heisenberg n'a pas de sens physique à l'échelle macroscopique.

**Conclusion :** Nous ne pouvons pas mesurer en même temps la position et la vitesse d'une particule quantique. La vitesse étant connue avec précision, la position est définie avec une grande incertitude. On décrira alors sa présence dans un domaine de probabilité de présence et non pas par sa position sur une orbite.

### Exercice VII

- 1- En adoptant le modèle de Bohr, calculer le rayon  $r_1$  de l'hydrogénoïde  ${}_3\text{Li}^{2+}$  pris à l'état fondamental.
- 2- En appliquant la mécanique quantique, le mouvement de l'électron de l'hydrogénoïde  ${}_3\text{Li}^{2+}$  à l'état fondamental est décrit par la fonction d'onde suivante :

$$\psi = C \cdot \exp\left(\frac{-3r}{a_0}\right). \text{ C est une constante.}$$

- a- Donner l'expression mathématique de la densité radiale de probabilité de présence de l'électron de  ${}_3\text{Li}^{2+}$  à l'état fondamental.
  - b- A quelle distance  $r_2$  du noyau la densité de probabilité de présence de l'électron est-elle maximale ?
  - 3- a- Comparer les valeurs des distances  $r_1$  et  $r_2$  obtenues par les deux modèles.  
b- Conclure.
  - 4- l'hydrogénoïde  ${}_3\text{Li}^{2+}$  à l'état fondamental est soumis à un rayonnement électromagnétique de fréquence  $2,22 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$ . Déterminer le niveau  $n$  qui sera occupé par l'électron dans ce cas.
- Données :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $a_0 = 0,53 \text{ \AA}$ ,  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ ,  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ .

**Solution**

$$1- r = a_0 \cdot n^2 / Z \quad a_0 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}, \quad Z = 3, \quad n = 1, \quad r = 0,177 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$2- a- D(r) = \frac{dP}{dr} = \Psi^2 4\pi r^2 = 4\pi^2 C^2 \exp(-6r/a_0)$$

b-  $D(r)$  est la densité de probabilité RADIALE

$D(r)$  est maximale quand la dérivée de  $D(r)$  par rapport à  $r = 0$  ;  $D'(r) = 0$ ,  
 $D'(r) = 4\pi C^2 [2r \exp(-6r/a_0) + r^2(-6/a_0) \exp(-6r/a_0)]$   
 $= 4\pi C^2 \exp(-6r/a_0) [2r - 6r^2/a_0] = 0$  si  $2r - 6r^2/a_0 = 0$   
 $r = a_0/3 = 0,177 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  (car  $r = 0$  n'a pas de sens physique l'électron ne peut pas être sur le noyau)

3) a- Les deux rayons sont égaux

b- Le résultat de la mécanique quantique confirme celui du modèle de Bohr

4) Il s'agit d'une absorption  $\Delta E = E_f - E_i = E_n - E_1 = E_H \frac{Z^2}{n^2} - E_H \frac{Z^2}{1^2} = h\nu$

$$= -13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 9 \times \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = 6,626 \cdot 10^{-34} \times 2,22 \cdot 10^{16}$$

$$= 13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 9 \times \left(\frac{1}{n^2} - 1\right) = 6,626 \cdot 10^{-34} \times 2,22 \cdot 10^{16}$$

$$n=2$$

### Exercice VIII

A)

a- Etablir la configuration électronique des espèces chimiques  $^{16}_8\text{F}$ ,  $^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{48}_{22}\text{X}$ ,  $^{46}_{22}\text{A}$ ,  $^{85}_{37}\text{Rb}$  et  $^{85}_{37}\text{Rb}^-$  à l'état fondamental.

b- Donner sous forme de cases quantiques la configuration de la couche de valence.

c- Préciser, en justifiant votre réponse, pour F, Cl, X et Rb le bloc, la période et le groupe.

d- En justifiant votre réponse, classer par ordre de rayon atomique croissant puis par ordre d'énergie de 1ère ionisation croissante, les espèces : F, Cl, Rb et  $\text{Rb}^-$ .

B) Donner la structure électronique de la couche de valence des éléments suivants :

- Le premier métal alcalino-terreux
- L'halogène de la troisième période
- Le troisième et neuvième métal de transition

- Solution

A-



a) Configurations

b) Configuration de valence

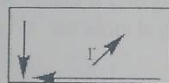
	Configuration	Configuration de valence
${}^{19}_9\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$	<div> <div>↑↓</div> <div>↑↓</div> <div>↑↓</div> <div>↑</div> </div> <div>2s      2p</div>
${}^{35}_{17}\text{Cl}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	<div> <div>↑↓</div> <div>↑↓</div> <div>↑↓</div> <div>↑↓</div> <div>↑</div> </div> <div>3s      3p</div>
${}^{48}_{22}\text{X}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	<div> <div>↑</div> <div>↑</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>↑↓</div> </div> <div>3d      4s</div>
${}^{46}_{22}\text{A}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	<div> <div>↑</div> <div>↑</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>↑↓</div> </div> <div>3d      4s</div>
${}^{87}_{37}\text{Rb}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$	<div> <div>↑</div> </div> <div>5s</div>
${}^{85}_{37}\text{Rb}^+$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$	<div> <div>↑↓</div> </div> <div>5s</div>

c)

Espèce	Bloc - justification	Période + justification	Colonne - justification*
F	p, car on est en train de remplir les O.A. p.	2, car $n_{\max} = 2$	17, car : $\begin{array}{ccc} \textcircled{2} & + & \textcircled{10} & + & \textcircled{5} \\ s & & d & & p \end{array}$
Cl	p, car on est en train de remplir les O.A. p.	3, car $n_{\max} = 3$	17, car : $\begin{array}{ccc} \textcircled{2} & + & \textcircled{10} & + & \textcircled{5} \\ s & & d & & p \end{array}$
X	d, car on est en train de remplir les O.A. d.	4, car $n_{\max} = 4$	4, car : $\begin{array}{cc} \textcircled{2} & + & \textcircled{2} \\ s & & d \end{array}$
Rb	s, car on est en train de remplir les O.A. s.	5, car $n_{\max} = 5$	1, car : $\begin{array}{c} \textcircled{1} \\ s \end{array}$

\* le bloc s contient deux colonnes, le bloc p contient six colonnes et ils sont séparés par le bloc d qui contient dix colonnes.

d)



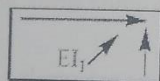
\* F et Cl appartiennent à la même colonne  $\Rightarrow r_F < r_{Cl}$

\* Rb et Na appartiennent à la même colonne  $\Rightarrow r_{Rb} > r_{Na}$

\* Na et Cl appartiennent à la même période  $\Rightarrow r_{Na} > r_{Cl}$

\* comme  $r = a_0 \cdot n^2 / Z^*$  et  $Z^*(Rb^+) < Z^*(Rb) \Rightarrow r_{Rb^+} > r_{Rb}$

Donc :  $r_F < r_{Cl} < r_{Rb} < r_{Rb^+}$



$E_I$  varie en sens inverse de celui de  $r$ , car plus l'électron est loin du noyau plus il est facile à arracher.

d'où :  $E_I(Rb^+) < E_I(Rb) < E_I(Cl) < E_I(F)$

- B- Les alcalino-terreux appartiennent au deuxième groupe (colonne) du tableau périodique (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) de structure électronique externe  $ns^2$ .
- Le premier d'entre eux est le béryllium Be de couche externe  $2s^2$ .
  - La colonne 17 est celle des halogènes de structure externe  $ns^2np^5$ , l'halogène appartenant à la troisième période,  $n_{\max} = 3$  de structure électronique de la couche externe  $3s^23p^5$  est le chlore Cl.
  - Le troisième et le quatrième métal de transition sont le vanadium V et le chrome Cr.



- Configuration de la couche externe V :  $3d^3 4s^2$  Cr :  $3d^5 4s^1$

### Exercice IX

On considère un électron sur le niveau  $n = 3$ .

- 1- Quels sont les nombres quantiques qui peuvent être associés à cet électron ?
- 2- Préciser les orbitales atomiques associées aux différents états de cet électron en précisant la fonction d'onde associée  $\Psi_{nlm}$ .

### Solution

1-  $n$  est le nombre quantique principal :  $n \in \mathbb{N}^*$

$l$  est le nombre quantique secondaire ou azimuthal :  $0 \leq l \leq n-1$

$m_l$  est le nombre quantique magnétique :  $-l \leq m_l \leq l$

Ainsi, pour une valeur donnée de  $n$  on a  $n$  valeurs possibles de  $l$  et  $n^2$  valeurs possibles de  $m_l$ . On aura  $n^2$  triplets  $(n, l, m_l)$ .

$$\begin{array}{ll} n=3 & l=2 \\ & l=1 \\ & l=0 \end{array} \quad \begin{array}{l} m_l = -2, -1, 0, 1, 2 \\ m_l = -1, 0, 1 \\ m_l = 0 \end{array}$$

2- l'O.A. est notée s si  $l=0$ , p si  $l=1$ , d si  $l=2$  et f si  $l=3$ .

Donc :  $(3, 2, -2) \Psi_{32-2}$ ,  $(3, 2, -1) \Psi_{32-1}$ ,  $(3, 2, 0) \Psi_{320}$ ,  $(3, 2, 1) \Psi_{321}$  et  $(3, 2, 2) \Psi_{322}$  correspondent aux O.A. 3d. ( $3d_{x^2-y^2}$ ;  $3d_z^2$ ;  $3d_{xy}$ ;  $3d_{xz}$ ;  $3d_{yz}$ ).

$(3, 1, -1) \Psi_{31-1}$ ,  $(3, 1, 0) \Psi_{310}$  et  $(3, 1, 1) \Psi_{311}$  correspondent aux O.A. 3p.

$(3, 0, 0) \Psi_{300}$  correspond à l'O.A. 3s.

### Exercice X

- 1- Ecrire les structures électroniques des ions et de l'atome suivants :  
a-  ${}^9\text{F}^-$       b-  ${}^{11}\text{Na}^+$       c-  ${}^{10}\text{Ne}$ .
  - 2- Déterminer la charge effective à laquelle est soumis un électron de la couche externe de :  
a-  ${}^9\text{F}^-$       b-  ${}^{11}\text{Na}^+$       c-  ${}^{10}\text{Ne}$ .
  - 3- Calculer l'énergie d'un électron  $E(\bar{e})$  de la couche externe de chacune de ces espèces chimiques :  
a-  ${}^9\text{F}^-$       b-  ${}^{11}\text{Na}^+$       c-  ${}^{10}\text{Ne}$ .
  - 4- Comparer la stabilité S de ces électrons.
  - 5- Pour ces trois espèces, comparer sans faire de calcul:  
a- les rayons ( $r$ ).  
b- les énergies de première ionisation (EI).
- Données :  $E_H = -13,6$  eV. Tableau des valeurs des constantes d'écran ( $j$  est l'électron qui fait écran sur l'électron  $i$ ).

i \ j	1s	2s2p	3s3p
1s			
2s2p	0,31		
3s3p	0,85	0,35	
	1	0,85	0,35

Solution :

1) a-  $1s^2 2s^2 2p^6$

b-  $1s^2 2s^2 2p^6$

c-  $1s^2 2s^2 2p^6$

Les trois espèces sont iso-électroniques avec des charges  $+Ze$  différentes des 3 noyaux.

2) Pour un électron de la couche externe, les électrons qui lui font écran sont 7 e de la couche 2s2p et 2 e 1s, soit :

a- Pour  $9F^-$ ,  $Z^*(F^-) = Z - 7\sigma_{2s2p/2s2p} - 2\sigma_{1s/2s2p} = 9 - 7*0,35 - 2*0,85 = 4,85$

b- Pour  $11Na^+$ ,  $Z^*(Na^+) = Z - 7\sigma_{2s2p/2s2p} - 2\sigma_{1s/2s2p} = 11 - 7*0,35 - 2*0,85 = 6,85$

c- Pour  $10Ne$ ,  $Z^*(Ne) = Z - 7\sigma_{2s2p/2s2p} - 2\sigma_{1s/2s2p} = 10 - 7*0,35 - 2*0,85 = 5,85$

3) a- Pour  $9F^-$   $E(\bar{e}) = E_H (Z_{2s2p}^*)^2 / n^2 = -13,6 * (4,85)^2 / 2^2 = -79,97 \text{ eV}$

b- Pour  $11Na^+$   $E(\bar{e}) = E_H (Z_{2s2p}^*)^2 / n^2 = -13,6 * (6,85)^2 / 2^2 = -159,54 \text{ eV}$

c- Pour  $10Ne$ ,  $E(\bar{e}) = E_H (Z_{2s2p}^*)^2 / n^2 = -13,6 * (5,85)^2 / 2^2 = -116,36 \text{ eV}$

4) Pour le même nombre d'électrons,  $Na^+$  a la charge du noyau la plus élevée et attire le plus l'électron, La plus grande valeur d'énergie pour arracher un électron 2s2p est celle de  $Na^+$  égale à  $+159,54 \text{ eV}$  L'électron de  $Na^+$  est alors le plus stable soit :

$$S(Na^+) > S(Ne) > S(F^-)$$

5) a- La force d'attraction noyau - électron externe étant la plus élevée pour  $Na^+$  et comme cette force varie en  $1/r^2$  alors  $r(Na^+) < r(Ne) < r(F^-)$

b- Pour même raison que 4)  $EI(Na^+) > EI(Ne) > EI(F^-)$

### Exercice XI

1- En appliquant l'approximation de Slater, calculer les énergies électroniques de l'atome du bore ( $5B$ ) et de l'ion  $5B^+$ .

2- En déduire l'énergie de première ionisation de B.

$$1- 5B \quad 1s^2 2s^2 2p^1 \quad E(5B) = 2E_{1s} + 3E_{2s2p} = 2E_H \frac{(Z_{1s}^*)^2}{1^2} + 3E_H \frac{(Z_{2s2p}^*)^2}{2^2}$$

$$Z_{1s}^* = 5 - 1\sigma_{1s/1s} = 5 - 0,31 = 4,69$$

$$Z_{2s2p}^* = 5 - 2\sigma_{1s/2s2p} - 2\sigma_{2s2p/2s2p} = 5 - 2*0,85 - 2*0,35 = 2,6$$

$$E(5B) = -2*13,6*(4,69)^2 - 3*13,6*(2,6)^2/4 = -667,24 \text{ eV.}$$



Pour l'ion  ${}_5B^+$ ,  $1s^2 2s^2$   $E({}_5B) = 2E_{1s} + 2E_{2s2p} = 2E_H \frac{(Z_{1s}^*)^2}{1^2} + 2E_H \frac{(Z_{2s2p}^*)^2}{2^2}$

$$Z_{1s}^* = 5 - 1\sigma_{1s/1s} = 5 - 0,31 = 4,69$$

$$Z_{2s2p}^* = 5 - 2\sigma_{1s/2s2p} - 1\sigma_{2s2p/2s2p} = 5 - 2*0,85 - 1*0,35 = 2,95$$

$$E({}_5B^+) = -2*13,6*(4,69)^2 - 2*13,6*(2,95)^2/4 = -657,47 \text{ eV.}$$

2- L'énergie de première ionisation  $E_{I1}$ , on  $B \rightarrow B^+ + 1e$

$E_{I1} = E(B^+) - E(B) = -657,47 + 667,24 = 9,77 \text{ eV}$ . Cette énergie est positive car le système (ici l'é) a reçu de l'énergie pour quitter l'atome de Bore.

### Exercice XII

1. Etablir la configuration électronique de  ${}_{30}\text{Zn}$ . Le zinc est-il un métal de transition ?
2. Donner la configuration électronique de l'ion  $\text{Zn}^{2+}$ .
3. Calculer les charges nucléaires effectives des électrons de valence de l'atome de Zn et de l'ion  $\text{Zn}^{2+}$  à l'aide du modèle de Slater.
4. Expliquer pourquoi la charge effective ressentie par un électron occupant une orbitale 3d est plus forte que celle d'un électron occupant une orbitale 4s. Prévoir, parmi les orbitales 3d et 4s, l'orbitale de rayon atomique le plus grand.

Solution :

1- Configuration électronique de  ${}_{30}\text{Zn}$  :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

Zn fait partie des métaux de transition qui sont des éléments du bloc d. Il s'agit des 38 éléments des périodes 4 à 7 et des groupes 3 à 12 en excluant les deux éléments le lutécium  ${}_{71}\text{Lu}$  et le lawrencium  ${}_{103}\text{Lr}$  qui sont respectivement un lanthanide et un actinide.

2- Configuration électronique de  ${}_{30}\text{Zn}^{2+}$  :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

3- Calcul de  $Z^*$  pour un électron de valence de Zn (un é de la 4s)

$$\begin{aligned} Z_{4s}^*(\text{Zn}) &= Z - 2\sigma_{1s/4s} - 8\sigma_{2s2p/4s} - 8\sigma_{3s3p/4s} - 10\sigma_{3d/4s} - 1\sigma_{4s/4s} \\ &= 30 - 2*1 - 8*1 - 8*0,85 - 10*0,85 - 1*0,35 = 4,35 \end{aligned}$$

Calcul de  $Z^*$  pour un électron de valence de  $\text{Zn}^{2+}$  (un é de la 3d)

$$\begin{aligned} Z_{3d}^*(\text{Zn}^{2+}) &= Z - 2\sigma_{1s/3d} - 8\sigma_{2s2p/3d} - 8\sigma_{3s3p/3d} - 9\sigma_{3d/3d} \\ &= 30 - 2*1 - 8*1 - 8*1 - 9*0,35 = 8,85 \end{aligned}$$

( $E_{4s} < E_{3d}$ , L'ionisation se fait toujours à partir du niveau n le plus grand)

5- Les électrons 3d font écran à l'électron 4s qui ressent une charge nucléaire  $Z^*$  plus petite que celle ressentie par un électron 3d. (Plus l'effet écran est grand plus petite est la charge nucléaire ressentie par l'électron).

Pour le rayon, nous avons  $r = a_0 \frac{n^2}{Z^*}$

$Z_{4s}^* = 4,35 < Z_{3d}^* = 8,85 \Rightarrow r(4s) > r(3d)$  en plus le rayon augmente en passant d'un niveau d'énergie à un niveau supérieur.

FEUILLE A RENDRE  
VARIANTE 1

<p>* Cocher UNE SEULE réponse sur la présente feuille. * Cocher la même réponse sur la feuille réponse VARIANTE 1. * Ne pas utiliser le correcteur (BLANCO) sur la feuille réponse. * Pour chaque question, il y a deux séries de propositions (deux lignes) * En cas d'erreur, cochez la bonne réponse sur la deuxième ligne sans toucher la première. * Il est interdit d'utiliser le portable * Notation : - Une réponse juste vaut sa note. - Une réponse fausse vaut -50% de la note. - Pas de réponse vaut zéro.</p>	Nom :
	Prénom :
	Apogée :
	N° Table :
	Note :

Exercice I

Q1- L'électron de l'atome d'hydrogène placé sur un niveau énergétique  $n$  perd une quantité d'énergie  $|\Delta E| = 4,836 \cdot 10^{-19}$  J, suite à une transition qui s'accompagne d'émission de rayonnement appartenant à la série de Balmer. Déterminer la valeur de  $n$ .

- A) ☐  $n=2$     B) ☐  $n=3$     C) ☐  $n=4$     D) ☐  $n=5$     E) ☐  $n=6$

Différentes transitions sont possibles pour que l'électron de l'atome d'hydrogène passe du niveau énergétique initial  $n=5$  au niveau final  $n=1$ .

Q2- En considérant toutes les transitions possibles, calculer  $\Delta E$  (différence d'énergie) correspondant à la transition la moins énergétique.

- A) ☐  $|\Delta E| = 0,306 \text{ eV}$     B) ☐  $|\Delta E| = 0,661 \text{ eV}$     C) ☐  $|\Delta E| = 1,889 \text{ eV}$     D) ☐  $|\Delta E| = 0,270 \text{ eV}$     E) ☐  $|\Delta E| = 0,211 \text{ eV}$

Q3- Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  du rayonnement correspondant à cette transition ?

- A) ☐  $\lambda = 4,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     B) ☐  $\lambda = 1,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     C) ☐  $\lambda = 6,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}$     D) ☐  $\lambda = 1,21 \cdot 10^{-5} \text{ m}$     E) ☐  $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

Q4- Déterminer l'énergie nécessaire pour arracher l'électron placé sur le niveau  $n = 5$ .

- A) ☐  $E_I = 0,85 \text{ eV}$     B) ☐  $E_I = 13,60 \text{ eV}$     C) ☐  $E_I = 0,54 \text{ eV}$     D) ☐  $E_I = 3,40 \text{ eV}$     E) ☐  $E_I = 1,51 \text{ eV}$



Q5- L'électron de l'atome d'hydrogène, à l'état fondamental, absorbe de l'énergie de photons de longueurs d'onde comprises entre  $1,6443.10^{-7}$  m et  $9,9471.10^{-8}$  m. Déterminer les niveaux d'excitation possibles dans ce cas.

- A) ☐  $n=2$  et  $n=3$     B) ☐  $n=3$  et  $n=4$     C) ☐  $n=4$  et  $n=5$     D) ☐  $n=5$  et  $n=6$     E) ☐  $n=6$  et  $n=7$

Q6- Un électron d'énergie cinétique  $E_c = 0,544$  eV s'associe à l'ion  $H^+$ . Déterminer le niveau énergétique ( $n'$ ) de l'électron lorsque son énergie demeure constante.

- A) ☐  $n'=1$     B) ☐  $n'=2$     C) ☐  $n'=3$     D) ☐  $n'=4$     E) ☐  $n'=5$

Données :  $E_H = -13,6$  eV,  $h = 6,626.10^{-34}$  J.s,  $c = 3.10^8$  m.s $^{-1}$ ,  $1\text{eV} = 1,6.10^{-19}$  J.

### Exercice II

Q7- Ecrire la configuration électronique à l'état fondamental de l'aluminium ( $_{13}\text{Al}$ ).

- A) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^2$     B) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$     C) ☐  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^2$     D) ☐  $1s^1 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$     E) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^3$

Q8- En déduire la configuration électronique à l'état fondamental de l'ion  $_{13}\text{Al}^+$ .

- A) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$     B) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$     C) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$     D) ☐  $1s^1 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$     E) ☐  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^1$

En utilisant l'approximation de Slater :

Q9- Calculer l'énergie d'un électron de la couche de valence de  $_{13}\text{Al}$ .

- A) ☐  $E = -25,63$  eV    B) ☐  $E = -11,60$  eV    C) ☐  $E = -122,51$  eV    D) ☐  $E = -43,40$  eV    E) ☐  $E = -18,51$  eV

Q10- Déterminer l'énergie d'un électron de la couche externe de  $_{13}\text{Al}^+$ .

- A) ☐  $E = -52,44$  eV    B) ☐  $E = -33,39$  eV    C) ☐  $E = -22,39$  eV    D) ☐  $E = -14,09$  eV    E) ☐  $E = -31,11$  eV

Q11- Comparer les rayons de  $_{13}\text{Al}$  et de  $_{13}\text{Al}^+$

- A) ☐  $r(\text{Al}) > r(\text{Al}^+)$     B) ☐  $r(\text{Al}^+) > r(\text{Al})$     C) ☐  $r(\text{Al}) = r(\text{Al}^+)$     D) ☐  $r(\text{Al})$  est infini    E) ☐  $r(\text{Al}^+)$  est infini

Q12- Justifier la réponse de la question précédente.

- |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| A) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al est soumis à une attraction nucléaire plus petite que dans $\text{Al}^+$ . | B) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al est soumis à une attraction nucléaire plus grande que dans $\text{Al}^+$ . | C) <input type="checkbox"/> Les électrons périphériques de Al et de $\text{Al}^+$ sont soumis à une même attraction nucléaire. | D) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al n'est soumis à aucune attraction nucléaire | E) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de $\text{Al}^+$ n'est soumis à aucune attraction nucléaire |
|--|--|--|--|---|

Q13- Calculer l'énergie de première ionisation  $E_I$  de  $_{13}\text{Al}$ .

- A)  $\square E_I = 11,51 \text{ eV}$     B)  $\square E_I = 10,73 \text{ eV}$     C)  $\square E_I = 5,54 \text{ eV}$     D)  $\square E_I = 14,89 \text{ eV}$     E)  $\square E_I = 12,25 \text{ eV}$

Données :  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ . Tableau des valeurs des constantes d'écran ( $j$  est l'électron qui fait écran sur l'électron  $i$ ).

j \ i	1s	2s2p	3s3p
1s	0,31		
2s2p	0,85	0,35	
3s3p	1	0,85	0,35

### Exercice III

On considère les éléments suivants :  $_9\text{F}$ ,  $_{16}\text{S}$  et  $_{19}\text{K}$ .

Q14- Donner la configuration électronique des atomes, à l'état fondamental, de chacun de ces éléments.

- A)  $\square$   $_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$     B)  $\square$   $_9\text{F} : 1s^1 2s^2 2p^6$     C)  $\square$   $_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$     D)  $\square$   $_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$     E)  $\square$   $_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$   
 $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$      $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$      $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$      $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$      $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$   
 $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 4s^2$      $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$      $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$      $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$      $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

Q15- Préciser leur bloc, période et groupe.

- A)  $\square$   $_9\text{F} : p, 2, 16$     B)  $\square$   $_9\text{F} : p, 2, 17$     C)  $\square$   $_9\text{F} : p, 2, 17$     D)  $\square$   $_9\text{F} : p, 2, 17$     E)  $\square$   $_9\text{F} : p, 2, 17$   
 $_{16}\text{S} : p, 3, 16$      $_{16}\text{S} : p, 3, 15$      $_{16}\text{S} : p, 3, 16$      $_{16}\text{S} : p, 3, 16$      $_{16}\text{S} : p, 4, 16$   
 $_{19}\text{K} : s, 4, 1$      $_{19}\text{K} : s, 4, 1$      $_{19}\text{K} : s, 3, 1$      $_{19}\text{K} : s, 4, 1$      $_{19}\text{K} : s, 4, 1$

Q16- Classer les rayons de ces éléments par ordre croissant.

- A)  $\square r(\text{F}) > r(\text{S}) > r(\text{K})$     B)  $\square r(\text{K}) > r(\text{S}) > r(\text{F})$     C)  $\square r(\text{K}) > r(\text{F}) > r(\text{S})$     D)  $\square r(\text{S}) > r(\text{K}) > r(\text{F})$     E)  $\square r(\text{S}) > r(\text{F}) > r(\text{K})$

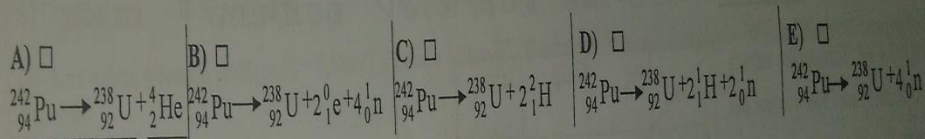
Q17- Quel est l'ion le plus stable correspondant aux trois éléments ?

- A)  $\square \text{K}^+, \text{S}^-, \text{F}^-$     B)  $\square \text{K}^+, \text{S}^{2-}, \text{F}^-$     C)  $\square \text{K}^+, \text{S}^{2-}, \text{F}^+$     D)  $\square \text{K}^+, \text{S}^{2-}, \text{F}^-$     E)  $\square \text{K}^+, \text{S}^{2+}, \text{F}^-$



# Exercice 1V

Q18- L'isotope  $^{242}_{94}\text{Pu}$  du plutonium se désintègre en donnant lieu au radionucléide  $^{238}_{92}\text{U}$ . Ecrire la réaction de cette désintégration.



Q19- Calculer la valeur de la constante radioactive de  $^{242}\text{Pu}$ , sachant que sa demi-vie est égale à  $3,8 \cdot 10^5$  ans.

A) ☐  $\lambda = 7,01 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}$    
 B) ☐  $\lambda = 1,82 \cdot 10^{-15} \text{ s}^{-1}$    
 C) ☐  $\lambda = 5,78 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$    
 D) ☐  $\lambda = 2,66 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}$    
 E) ☐  $\lambda = 9,77 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$

Q20- Au bout de quelle durée la quantité initiale des noyaux de  $^{242}\text{Pu}$  est réduite de 12,5% ?

A) ☐  $t = 15919,33 \text{ ans}$    
 B) ☐  $t = 23267,30 \text{ ans}$    
 C) ☐  $t = 43340,27 \text{ ans}$    
 D) ☐  $t = 6042,14 \text{ ans}$    
 E) ☐  $t = 73205,13 \text{ ans}$

Q21- Déterminer le nombre de noyaux de  $^{242}\text{Pu}$  lorsque l'activité radioactive mesurée est de 0,750 Bq.

A) ☐  $N = 1,069 \cdot 10^{12} \text{ noyaux}$    
 B) ☐  $N = 4,120 \cdot 10^{14} \text{ noyaux}$    
 C) ☐  $N = 1,297 \cdot 10^{13} \text{ noyaux}$    
 D) ☐  $N = 2,819 \cdot 10^{14} \text{ noyaux}$    
 E) ☐  $N = 7,676 \cdot 10^{12}$

Q22- Calculer la masse correspondante à cet échantillon.

A) ☐  $m = 5,217 \cdot 10^{-9} \text{ g}$    
 B) ☐  $m = 4,298 \cdot 10^{-10} \text{ g}$    
 C) ☐  $m = 1,656 \cdot 10^{-7} \text{ g}$    
 D) ☐  $m = 1,133 \cdot 10^{-9} \text{ g}$    
 E) ☐  $m = 3,086 \cdot 10^{-9} \text{ g}$

Données :  $M(^{242}\text{Pu}) = 242,0587 \text{ g/mol}$ ,  $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Université Cadi Ayyad  
Faculté des Sciences  
Semaïalia - Marrakech

Contrôle  
Atomistique  
Durée : 2h

Département de Chimie  
Année 2015 -2016  
Semestre S1- Filière SMPC

FEUILLE A RENDRE  
VARIANTE 2

<p>* Cocher UNE SEULE réponse sur la présente feuille.          * Cocher la même réponse sur la feuille réponse VARIANTE 2.          * Ne pas utiliser le correcteur (BLANCO) sur la feuille réponse.          * Pour chaque question, il y a deux séries de propositions (deux lignes)          * En cas d'erreur, cochez la bonne réponse sur la deuxième ligne sans toucher la première.          * Il est interdit d'utiliser le portable          * Notation :          - Une réponse juste vaut sa note.          - Une réponse fausse vaut -50% de la note.          - Pas de réponse vaut zéro.</p>	Nom :
	Prénom :
	Apogée :
	N° Table :
	Note :

Exercice I

Q1- Ecrire la configuration électronique à l'état fondamental de l'aluminium ( $_{13}\text{Al}$ ).

- A) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^2$     B) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$     C) ☐  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^2$     D) ☐  $1s^1 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$     E) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^3$

Q2- En déduire la configuration électronique à l'état fondamental de l'ion  $_{13}\text{Al}^+$ .

- A) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$     B) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$     C) ☐  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$     D) ☐  $1s^1 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$     E) ☐  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^1$

En utilisant l'approximation de Slater :

Q3- Calculer l'énergie d'un électron de la couche de valence de  $_{13}\text{Al}$ .

- A) ☐  $E = -25,63 \text{ eV}$     B) ☐  $E = -11,60 \text{ eV}$     C) ☐  $E = -122,51 \text{ eV}$     D) ☐  $E = -43,40 \text{ eV}$     E) ☐  $E = -18,51 \text{ eV}$

Q4- Déterminer l'énergie d'un électron de la couche externe de  $_{13}\text{Al}^+$ .

- A) ☐  $E = -52,44 \text{ eV}$     B) ☐  $E = -33,39 \text{ eV}$     C) ☐  $E = -22,39 \text{ eV}$     D) ☐  $E = -14,09 \text{ eV}$     E) ☐  $E = -31,11 \text{ eV}$



Q5- Comparer les rayons de  $_{13}\text{Al}$  et de  $_{13}\text{Al}^+$

- A) ☐  $r(\text{Al}) > r(\text{Al}^+)$  B) ☐  $r(\text{Al}^+) > r(\text{Al})$  C) ☐  $r(\text{Al}) = r(\text{Al}^+)$  D) ☐  $r(\text{Al})$  est infini E) ☐  $r(\text{Al}^+)$  est infini

Q6- Justifier la réponse de la question précédente.

- |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| A) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al est soumis à une attraction nucléaire plus petite que dans $\text{Al}^+$ . | B) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al est soumis à une attraction nucléaire plus grande que dans $\text{Al}^+$ . | C) <input type="checkbox"/> Les électrons périphériques de Al et de $\text{Al}^+$ sont soumis à une même attraction nucléaire. | D) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de Al n'est soumis à aucune attraction nucléaire | E) <input type="checkbox"/> L'électron périphérique de $\text{Al}^+$ n'est soumis à aucune attraction nucléaire |
|--|--|--|--|---|

Q7- Calculer l'énergie de première ionisation  $E_I$  de  $_{13}\text{Al}$ .

- A) ☐  $E_I = 11,51 \text{ eV}$  B) ☐  $E_I = 10,73 \text{ eV}$  C) ☐  $E_I = 5,54 \text{ eV}$  D) ☐  $E_I = 14,89 \text{ eV}$  E) ☐  $E_I = 12,25 \text{ eV}$

Données :  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ . Tableau des valeurs des constantes d'écran ( $j$  est l'électron qui fait écran sur l'électron  $i$ ).

j \ i	1s	2s2p	3s3p
1s	0,31		
2s2p	0,85	0,35	
3s3p	1	0,85	0,35

## Exercice II

On considère les éléments suivants :  ${}_9\text{F}$ ,  ${}_{16}\text{S}$  et  ${}_{19}\text{K}$ .

Q8- Donner la configuration électronique des atomes, à l'état fondamental, de chacun de ces éléments.

- |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| A) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$<br>${}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$<br>${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 4s^2$ | B) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : 1s^1 2s^2 2p^6$<br>${}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$<br>${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ | C) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$<br>${}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$<br>${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ | D) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$<br>${}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$<br>${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ | E) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$<br>${}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^5$<br>${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ |
|--|--|--|--|---|

Q9- Préciser leur bloc, période et groupe.

- |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| A) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : p, 2, 16$<br>${}_{16}\text{S} : p, 3, 16$ | B) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : p, 2, 17$<br>${}_{16}\text{S} : p, 3, 15$ | C) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : p, 2, 17$<br>${}_{16}\text{S} : p, 3, 16$ | D) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : p, 2, 17$<br>${}_{16}\text{S} : p, 3, 16$ | E) <input type="checkbox"/> ${}_9\text{F} : p, 2, 17$<br>${}_{16}\text{S} : p, 4, 16$ |
|---|---|---|---|---|

$^{19}\text{K} : s, 4, 1$      $^{19}\text{K} : s, 4, 1$      $^{19}\text{K} : s, 3, 1$      $^{19}\text{K} : s, 4, 1$      $^{19}\text{K} : s, 4, 1$   
 Q10- Classer les rayons de ces éléments par ordre croissant.

A) ☐  $r(\text{F}) > r(\text{S}) > r(\text{K})$     B) ☐  $r(\text{K}) > r(\text{S}) > r(\text{F})$     C) ☐  $r(\text{K}) > r(\text{F}) > r(\text{S})$     D) ☐  $r(\text{S}) > r(\text{K}) > r(\text{F})$     E) ☐  $r(\text{S}) > r(\text{F}) > r(\text{K})$

Q11- Quel est l'ion le plus stable correspondant à chaque élément ?

A) ☐  $\text{K}^+, \text{S}^2, \text{F}^-$     B) ☐  $\text{K}, \text{S}^{2+}, \text{F}^-$     C) ☐  $\text{K}^+, \text{S}^{2+}, \text{F}^+$     D) ☐  $\text{K}, \text{S}^{2-}, \text{F}^-$     E) ☐  $\text{K}^+, \text{S}^{2+}, \text{F}^-$

### Exercice III

Q12- L'électron de l'atome d'hydrogène placé sur un niveau énergétique  $n$  perd une quantité d'énergie  $|\Delta E| = 4,836 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ , suite à une transition qui s'accompagne d'émission de rayonnement appartenant à la série de Balmer. Déterminer la valeur de  $n$ .

A) ☐  $n=2$     B) ☐  $n=3$     C) ☐  $n=4$     D) ☐  $n=5$     E) ☐  $n=6$

Différentes transitions sont possibles pour que l'électron de l'atome d'hydrogène passe du niveau énergétique initial  $n=5$  au niveau final  $n=1$ .

Q13- En considérant toutes les transitions possibles, calculer  $\Delta E$  (différence d'énergie) correspondant à la transition la moins énergétique.

A) ☐  $|\Delta E| = 0,306 \text{ eV}$     B) ☐  $|\Delta E| = 0,661 \text{ eV}$     C) ☐  $|\Delta E| = 1,889 \text{ eV}$     D) ☐  $|\Delta E| = 0,270 \text{ eV}$     E) ☐  $|\Delta E| = 0,211 \text{ eV}$

Q14- Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  du rayonnement correspondant à cette transition ?

A) ☐  $\lambda = 4,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     B) ☐  $\lambda = 1,88 \cdot 10^{-6} \text{ m}$     C) ☐  $\lambda = 6,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}$     D) ☐  $\lambda = 1,21 \cdot 10^{-5} \text{ m}$     E) ☐  $\lambda = 5,89 \cdot 10^{-8} \text{ m}$

Q15- Déterminer l'énergie nécessaire pour arracher l'électron placé sur le niveau  $n=5$ .

A) ☐  $E_I = 0,85 \text{ eV}$     B) ☐  $E_I = 13,60 \text{ eV}$     C) ☐  $E_I = 0,54 \text{ eV}$     D) ☐  $E_I = 3,40 \text{ eV}$     E) ☐  $E_I = 1,51 \text{ eV}$

Q16- L'électron de l'atome d'hydrogène, à l'état fondamental, absorbe de l'énergie de photons de longueurs d'onde comprises entre  $1,6443 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  et  $9,9471 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ . Déterminer les niveaux d'excitation possibles dans ce cas.

A) ☐  $n=2$  et  $n=3$     B) ☐  $n=3$  et  $n=4$     C) ☐  $n=4$  et  $n=5$     D) ☐  $n=5$  et  $n=6$     E) ☐  $n=6$  et  $n=7$

Q17- Un électron d'énergie cinétique  $E_c = 0,544 \text{ eV}$  s'associe à l'ion  $\text{H}^+$ . Déterminer le niveau énergétique ( $n'$ ) de l'électron lorsque son énergie demeure constante.

A) ☐  $n'=1$     B) ☐  $n'=2$     C) ☐  $n'=3$     D) ☐  $n'=4$     E) ☐  $n'=5$



# Exercice IV

Q18- L'isotope  $^{242}_{94}\text{Pu}$  du plutonium se désintègre en donnant lieu au radionucléide  $^{238}_{92}\text{U}$ . Ecrire la réaction de cette désintégration.

- A) ☐  $^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + ^4_2\text{He}$     B) ☐  $^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + ^0_{-1}\text{e} + 4^1_0\text{n}$     C) ☐  $^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + 2^2_1\text{H}$     D) ☐  $^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + 2^1_0\text{n}$     E) ☐  $^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + 4^1_0\text{n}$

Q19- Calculer la valeur de la constante radioactive de  $^{242}\text{Pu}$ , sachant que sa demi-vie est égale à  $3,8 \cdot 10^5$  ans.

- A) ☐  $\lambda = 7,01 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}$     B) ☐  $\lambda = 1,82 \cdot 10^{-15} \text{ s}^{-1}$     C) ☐  $\lambda = 5,78 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$     D) ☐  $\lambda = 2,66 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}$     E) ☐  $\lambda = 9,77 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$

Q20- Au bout de quelle durée la quantité initiale des noyaux de  $^{242}\text{Pu}$  est réduite de 12,5% ?

- A) ☐  $t = 15919,33$  ans    B) ☐  $t = 23267,30$  ans    C) ☐  $t = 43340,27$  ans    D) ☐  $t = 6042,14$  ans    E) ☐  $t = 73205,13$  ans

Q21- Déterminer le nombre de noyaux de  $^{242}\text{Pu}$  lorsque l'activité radioactive mesurée est de 0,750 Bq.

- A) ☐  $N = 1,069 \cdot 10^{12}$  noyaux    B) ☐  $N = 4,120 \cdot 10^{14}$  noyaux    C) ☐  $N = 1,297 \cdot 10^{13}$  noyaux    D) ☐  $N = 2,819 \cdot 10^{11}$  noyaux    E) ☐  $N = 7,676 \cdot 10^{12}$  noyaux

Q22- Calculer la masse correspondante à cet échantillon.

- A) ☐  $m = 5,217 \cdot 10^{-9} \text{ g}$     B) ☐  $m = 4,298 \cdot 10^{-10} \text{ g}$     C) ☐  $m = 1,656 \cdot 10^{-7} \text{ g}$     D) ☐  $m = 1,133 \cdot 10^{-9} \text{ g}$     E) ☐  $m = 3,086 \cdot 10^{-9} \text{ g}$

Données :  $M(^{242}\text{Pu}) = 242,0587 \text{ g/mol}$ ,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

FEUILLE A RENDRE  
VARIANTE 1

- \* Cocher UNE SEULE réponse sur la présente feuille.  
\* Cocher la même réponse sur la feuille réponse VARIANTE 1 (feuille simple).  
\* Ne pas utiliser le correcteur (BLANCO) sur la feuille réponse.  
\* Pour chaque question, il y a deux séries de propositions (deux lignes)  
\* En cas d'erreur, cochez la bonne réponse sur la deuxième ligne sans toucher la première.  
\* Il est interdit d'utiliser le portable  
\* Notation : - Une réponse juste vaut sa note. - Une réponse fausse vaut -50% de la note.  
- Pas de réponse vaut zéro.

Nom :

Prénom :

Apogée :

N° Table :

Exercice 1 : 3 points

Q1- Le Rubidium ( $_{37}\text{Rb}$ ) de masse atomique égale à 85,4676 uma est un mélange de deux isotopes :  $^{85}_{37}\text{Rb}$  et  $^{87}_{37}\text{Rb}$ . Déterminer les abondances naturelles de ces isotopes.

- A) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 62,17\%$  ; B) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 50,00\%$  ; C) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 72,17\%$  ; D) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 39,40\%$  ; E) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 27,83\%$  ;  
 $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 37,83\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 50,00\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 27,83\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 60,60\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 72,17\%$

Q2- Calculer l'énergie de cohésion du noyau de l'isotope  $^{85}_{37}\text{Rb}$ .

- A) ☐  $E=117,429 \text{ MeV}$  ; B) ☐  $E=214,954 \text{ MeV}$  ; C) ☐  $E=113,114 \text{ MeV}$  ; D) ☐  $E=699,009 \text{ MeV}$  ; E) ☐  $E=733,933 \text{ MeV}$

Q3- Déterminer l'énergie de stabilité (ES) du noyau de cet isotope.

- A) ☐  $ES=1,381 \text{ MeV/nucéon}$  ; B) ☐  $ES=8,634 \text{ MeV/nucéon}$  ; C) ☐  $ES=2,529 \text{ MeV/nucéon}$  ; D) ☐  $ES=1,331 \text{ MeV/nucéon}$  ; E) ☐  $ES=8,223 \text{ MeV/nucéon}$

Q4- Comparer la stabilité de cet isotope à celle du noyau de  $^{12}_6\text{C}$ .

- A) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  est plus stable que  $^{12}_6\text{C}$  ; B) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  n'est pas stable que  $^{12}_6\text{C}$  ; C) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  est moins stable que  $^{12}_6\text{C}$  ; D) ☐  $^{12}_6\text{C}$  n'est pas stable ; E) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  et  $^{12}_6\text{C}$  ont la même stabilité

Données :  $M(^{85}_{37}\text{Rb}) = 84,9118 \text{ uma}$  ;  $M(^{87}_{37}\text{Rb}) = 86,9092 \text{ uma}$  ;  $m_p = 1,007542 \text{ uma}$  ;  $m_n = 1,008724 \text{ uma}$ ,  $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ , Energie de stabilité de  $^{12}_6\text{C} = 7,687 \cdot 10^6 \text{ eV/nucéon}$ .



FEUILLE A RENDRE  
VARIANTE 1

- \* Cocher UNE SEULE réponse sur la présente feuille.  
\* Cocher la même réponse sur la feuille réponse VARIANTE 1 (feuille simple).  
\* Ne pas utiliser le correcteur (BLANCO) sur la feuille réponse.  
\* Pour chaque question, il y a deux séries de propositions (deux lignes)  
\* En cas d'erreur, cochez la bonne réponse sur la deuxième ligne sans toucher la première.  
\* Il est interdit d'utiliser le portable  
\* Notation : - Une réponse juste vaut sa note. - Une réponse fausse vaut -50% de la note.  
- Pas de réponse vaut zéro.

Nom :

Prénom :

Apogée :

N° Table :

Exercice 1 : 3 points

Q1- Le Rubidium ( $_{37}\text{Rb}$ ) de masse atomique égale à 85,4676 uma est un mélange de deux isotopes :  $^{85}_{37}\text{Rb}$  et  $^{87}_{37}\text{Rb}$ . Déterminer les abondances naturelles de ces isotopes.

- A) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 62,17\%$  ; B) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 50,00\%$  ; C) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = \underline{72,17\%}$  ; D) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 39,40\%$  ; E) ☐  $X(^{85}_{37}\text{Rb}) = 27,83\%$  ;  
 $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 37,83\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 50,00\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = \underline{27,83\%}$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 60,60\%$  ;  $X(^{87}_{37}\text{Rb}) = 72,17\%$

Q2- Calculer l'énergie de cohésion du noyau de l'isotope  $^{85}_{37}\text{Rb}$ .

- A) ☐  $E = 117,429 \text{ MeV}$  ; B) ☐  $E = 214,954 \text{ MeV}$  ; C) ☐  $E = 113,114 \text{ MeV}$  ; D) ☐  $E = 699,009 \text{ MeV}$  ; E) ☐  $E = \underline{733,933 \text{ MeV}}$

Q3- Déterminer l'énergie de stabilité (ES) du noyau de cet isotope.

- A) ☐  $ES = 1,381 \text{ MeV/nucléon}$  ; B) ☐  $ES = \underline{8,634 \text{ MeV/nucléon}}$  ; C) ☐  $ES = 2,529 \text{ MeV/nucléon}$  ; D) ☐  $ES = 1,331 \text{ MeV/nucléon}$  ; E) ☐  $ES = 8,223 \text{ MeV/nucléon}$

Q4- Comparer la stabilité de cet isotope à celle du noyau de  $^{12}_6\text{C}$ .

- A) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  est plus stable que  $^{12}_6\text{C}$  ; B) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  n'est pas stable ; C) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  est moins stable que  $^{12}_6\text{C}$  ; D) ☐  $^{12}_6\text{C}$  n'est pas stable ; E) ☐  $^{85}_{37}\text{Rb}$  et  $^{12}_6\text{C}$  ont la même stabilité

Données :  $M(^{85}_{37}\text{Rb}) = 84,9118 \text{ uma}$  ;  $M(^{87}_{37}\text{Rb}) = 86,9092 \text{ uma}$  ;  $m_p = 1,007542 \text{ uma}$  ;  $m_n = 1,008724 \text{ uma}$  ;  $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,  $\text{Energie de stabilité de } (^{12}_6\text{C}) = 7,687 \cdot 10^6 \text{ eV/nucléon}$ .

### Exercice 2 : 7 points

L'électron de l'ion  ${}^4\text{He}^+$  est décrit, à l'état fondamental, par la fonction d'onde :

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{2}{a_0} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right) \quad a_0 \text{ est le rayon de Bohr ; } r \text{ est la distance noyau-électron.}$$

Q5- A quelle distance (r) du noyau la densité radiale de probabilité de présence de l'électron de  ${}^4\text{He}^+$  est-elle maximale ?

- A) ☐  $r = a_0/4 = 0,132 \text{ \AA}$     B) ☒  $r = a_0/2 = 0,264 \text{ \AA}$     C) ☐  $r = 2a_0 = 1,058 \text{ \AA}$     D) ☐  $r = a_0 = 0,529 \text{ \AA}$     E) ☐  $r = 4a_0 = 2,116 \text{ \AA}$

Q6- Quelle est la valeur du rayon ( $r_1$ ) de l'hydrogénoïde  ${}^4\text{He}^+$  selon la théorie de Bohr ?

- A) ☐  $r_1 = 4a_0 = 2,116 \text{ \AA}$     B) ☐  $r_1 = 2a_0 = 1,058 \text{ \AA}$     C) ☐  $r_1 = a_0/4 = 0,132 \text{ \AA}$     D) ☒  $r_1 = a_0/2 = 0,264 \text{ \AA}$     E) ☐  $r_1 = a_0 = 0,529 \text{ \AA}$

Q7- Conclure

- A) ☐  $r = r_1$  ; les résultats de la théorie de Bohr et de la mécanique ondulatoire sont différentes dans le cas de l'hydrogénoïde.    B) ☐  $r \neq r_1$  ; les résultats de la théorie de Bohr et de la mécanique ondulatoire sont différentes dans le cas de l'hydrogénoïde.    C) ☐  $r \neq r_1$  ; les résultats de la théorie de Bohr et de la mécanique ondulatoire sont toujours identiques.    D) ☐  $r = r_1$  ; les résultats de la théorie de Bohr et de la mécanique ondulatoire sont toujours différentes.    E) ☒  $r = r_1$  ; les résultats de la théorie de Bohr et de la mécanique ondulatoire sont identiques dans le cas de l'hydrogénoïde.

Q8 - Déterminer la vitesse ( $V_1$ ) de l'électron de  ${}^4\text{He}^+$  pris à l'état fondamental.

- A) ☒  $V_1 = 4376986,3 \text{ m/s}$     B) ☐  $V_1 = 2188493,1 \text{ m/s}$     C) ☐  $V_1 = 8753972,5 \text{ m/s}$     D) ☐  $V_1 = 10942465,7 \text{ m/s}$     E) ☐  $V_1 = 5471232,8 \text{ m/s}$

Q9 - Exprimer le rapport des vitesses  $\frac{V_1}{V_2}$  en fonction de  $r_1$  et  $a_0$  ( $V_2$  étant la vitesse de l'électron de l'atome d'hydrogène ( ${}^1\text{H}$ ) à l'état fondamental).

- A) ☐  $V_1/V_2 = r_1/a_0$     B) ☐  $V_1/V_2 = 2a_0/r_1$     C) ☒  $V_1/V_2 = a_0/r_1$     D) ☐  $V_1/V_2 = a_0/2r_1$     E) ☐  $V_1/V_2 = a_0/4r_1$

Q10- En déduire  $V_2$  et conclure.

- A) ☐  $V_2 = 4376986,3 \text{ m/s}$     B) ☐  $V_2 = 1094246,6 \text{ m/s}$     C) ☐  $V_2 = 17507945,0 \text{ m/s}$     D) ☒  $V_2 = 2188493,2 \text{ m/s}$     E) ☐  $V_2 = 2735616,4 \text{ m/s}$   
 l'électron tourne avec la même vitesse pour l'atome H que pour  $\text{He}^+$     l'électron tourne moins vite quand il est plus près du noyau.    l'électron tourne plus vite pour l'atome H.    l'électron tourne plus vite quand il est plus près du noyau.    l'électron tourne plus vite quand il est plus près du noyau.

Q11- L'électron de l'hydrogénoïde  ${}^4\text{He}^+$  à l'état fondamental absorbe un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda_1 = 2,349 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ . A un instant donné, il y a émission de rayonnement de longueur d'onde  $\lambda_2 = 2,740 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . Sur quel niveau énergétique se trouverait l'électron après cette émission ?

- A) ☐  $n=1$     B) ☐  $n=2$     C) ☒  $n=3$     D) ☐  $n=4$     E) ☐  $n=6$

Données :  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ,  $a_0 = 0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ ,  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .



### Exercice 3 : 6 points

On considère les éléments suivant :  ${}^7\text{N}$ ,  ${}^{15}\text{P}$  et  ${}^{33}\text{As}$ .  
Q12- Ecrire la structure électronique des atomes, pris à l'état fondamental, des éléments considérés.

- A)  $\square \text{N} : 1s^2 2s^2 2p^3$   
 B)  $\square \text{N} : 1s^2 2s^2 2p^3$   
 C)  $\square \text{N} : 1s^2 2s^2 2p^3$   
 D)  $\square \text{N} : 1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$   
 E)  $\square \text{N} : 1s^2 2s^2 2p^3$   
 P :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
 P :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
 P :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
 As :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$   
 As :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$   
 As :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$   
 As :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$

Q13- A quel groupe appartient chacun de ces trois éléments ?

- A)  $\square \text{N} : 15$   
 P : 16  
 As : 15  
 B)  $\square \text{N} : 1$   
 P : 15  
 As : 15  
 C)  $\square \text{N} : 15$   
 P : 18  
 As : 15  
 D)  $\square \text{N} : 15$   
 P : 15  
 As : 15  
 E)  $\square \text{N} : 15$   
 P : 15  
 As : 16

Attribuer les valeurs données ci-dessous aux éléments correspondants.

Rayons atomiques (R) :  $0,75 \text{ \AA}$  ;  $1,06 \text{ \AA}$  ;  $1,20 \text{ \AA}$ .  
 Energies de première ionisation (EI) :  $10,5 \text{ eV}$  ;  $9,8 \text{ eV}$  ;  $14,5 \text{ eV}$ .  
 Electronégativité (EN) :  $3,07$  ;  $2,20$  ;  $2,06$ .

- Q14-  
 A)  $\square \text{R(N)} = 0,75 \text{ \AA}$   
 R(P) =  $1,06 \text{ \AA}$   
 R(As) =  $1,20 \text{ \AA}$   
 B)  $\square \text{R(N)} = 1,20 \text{ \AA}$   
 R(P) =  $1,06 \text{ \AA}$   
 R(As) =  $0,75 \text{ \AA}$   
 C)  $\square \text{R(N)} = 0,75 \text{ \AA}$   
 R(P) =  $1,20 \text{ \AA}$   
 R(As) =  $1,06 \text{ \AA}$   
 D)  $\square \text{R(N)} = 1,06 \text{ \AA}$   
 R(P) =  $0,75 \text{ \AA}$   
 R(As) =  $1,20 \text{ \AA}$   
 E)  $\square \text{R(N)} = 1,06 \text{ \AA}$   
 R(P) =  $1,20 \text{ \AA}$   
 R(As) =  $0,75 \text{ \AA}$   
 Q15-  
 A)  $\square \text{EI(N)} = 10,5 \text{ eV}$   
 EI(P) =  $9,8 \text{ eV}$   
 EI(As) =  $14,5 \text{ eV}$   
 B)  $\square \text{EI(N)} = 10,5 \text{ eV}$   
 EI(P) =  $14,5 \text{ eV}$   
 EI(As) =  $9,8 \text{ eV}$   
 C)  $\square \text{EI(N)} = 9,8 \text{ eV}$   
 EI(P) =  $14,5 \text{ eV}$   
 EI(As) =  $10,5 \text{ eV}$   
 D)  $\square \text{EI(N)} = 9,8 \text{ eV}$   
 EI(P) =  $10,5 \text{ eV}$   
 EI(As) =  $14,5 \text{ eV}$   
 E)  $\square \text{EI(N)} = 14,5 \text{ eV}$   
 EI(P) =  $10,5 \text{ eV}$   
 EI(As) =  $9,8 \text{ eV}$   
 Q16-  
 A)  $\square \text{EN(N)} = 2,06$   
 EN(P) =  $2,20$   
 EN(As) =  $3,07$   
 B)  $\square \text{EN(N)} = 2,20$   
 EN(P) =  $3,07$   
 EN(As) =  $2,06$   
 C)  $\square \text{EN(N)} = 2,20$   
 EN(P) =  $2,06$   
 EN(As) =  $3,07$   
 D)  $\square \text{EN(N)} = 3,07$   
 EN(P) =  $2,20$   
 EN(As) =  $2,06$   
 E)  $\square \text{EN(N)} = 3,07$   
 EN(P) =  $2,06$   
 EN(As) =  $2,20$

Q17- Déterminer les nombres quantiques  $n$ ,  $\ell$ ,  $m_\ell$  et  $m_s$  des électrons de la couche externe de l'atome de  ${}^7\text{N}$ .

- A)  $\square 2,0,0,-1/2$   
 B)  $\square 2,0,0,+1/2$   
 C)  $\square 2,0,0,+1/2$   
 D)  $\square 2,0,0,+1/2$   
 E)  $\square 2,0,0,+1/2$   
 2,0,0,-1/2  
 2,1,-1,+1/2  
 2,1,0,+1/2  
 2,1,1,+1/2  
 2,0,0,-1/2  
 2,1,-1,+1/2  
 2,1,0,+1/2  
 2,1,1,+1/2  
 2,0,0,-1/2  
 2,1,-1,+1/2  
 2,1,0,+1/2  
 2,1,1,+1/2  
 2,0,0,-1/2  
 2,1,-1,+1/2  
 2,1,0,+1/2  
 2,1,1,+1/2

Q18- En utilisant l'approximation de Slater, calculer l'énergie électronique totale de l'atome et des ions suivants :  $\gamma N$ ,  $\gamma N^{3+}$  et  $\gamma N^{5+}$ .

- A)  $\square E(N) = -1799,04 \text{ eV}$     B)  $\square E(N) = -1475,94 \text{ eV}$     C)  $\square E(N) = -1475,94 \text{ eV}$     D)  $\square E(N) = -1488,94 \text{ eV}$     E)  $\square E(N) = -1488,94 \text{ eV}$   
 $E(N^{3+}) = -1383,98 \text{ eV}$      $E(N^{3+}) = -1383,98 \text{ eV}$      $E(N^{3+}) = -1281,77 \text{ eV}$      $E(N^{3+}) = -1400,11 \text{ eV}$      $E(N^{3+}) = -1300,11 \text{ eV}$   
 $E(N^{5+}) = -1217,37 \text{ eV}$      $E(N^{5+}) = -1217,37 \text{ eV}$      $E(N^{5+}) = -1217,37 \text{ eV}$      $E(N^{5+}) = -1244,37 \text{ eV}$      $E(N^{5+}) = -999,02 \text{ eV}$

Q19- Comparer la stabilité (S) de ces espèces chimiques.

- A)  $\square S(N) > S(N^{3+}) > S(N^{5+})$     B)  $\square S(N) > S(N^{5+}) > S(N^{3+})$     C)  $\square S(N^{5+}) > S(N^{3+}) > S(N)$     D)  $\square S(N^{3+}) > S(N) > S(N^{5+})$     E)  $\square S(N^{3+}) > S(N^{5+}) > S(N)$

Données :  $E_H = -13,6 \text{ eV}$ . Tableau des valeurs des constantes d'écran ( $j$  est l'électron qui fait écran sur l'électron  $i$ ).

i \ j	1s	2s2p
	0,31	
1s		
2s2p	0,85	0,35

#### Exercice 4 : 4 points

Q20- Ecrire la réaction de désintégration du radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$  en polonium  $^{218}_{84}\text{Po}$ .

- A)  $\square \quad ^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + ^4_2\text{He}$     B)  $\square \quad ^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + 2^0_{-1}\text{e} + 4^1_0\text{n}$     C)  $\square \quad ^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + 2^2_1\text{H}$     D)  $\square \quad ^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + 2^1_1\text{H} + 2^1_0\text{n}$     E)  $\square \quad ^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + 4^1_0\text{n}$

Q21- Calculer l'énergie libérée suite à la désintégration d'un noyau de  $^{222}_{86}\text{Rn}$  selon la réaction nucléaire précédente.

- A)  $\square |E| = 5,0001 \text{ MeV}$     B)  $\square |E| = 7,5501 \text{ MeV}$     C)  $\square |E| = 6,9231 \text{ MeV}$     D)  $\square |E| = 8,4546 \text{ MeV}$     E)  $\square |E| = 5,6978 \text{ MeV}$

Q22- En considérant que la masse de  $^{222}_{86}\text{Rn}$  absorbée par un individu est de 80 mg, déterminer la masse de Radon qui reste après 48 heures. On suppose que  $^{222}_{86}\text{Rn}$  n'a pas pu être éliminé par expiration.

- A)  $\square m = 0,0126 \text{ mg}$     B)  $\square m = 55,55 \text{ mg}$     C)  $\square m = 25,75 \text{ mg}$     D)  $\square m = 30,62 \text{ mg}$     E)  $\square m = 1,77 \text{ mg}$

Q23- Déterminer le temps nécessaire pour la désintégration de 99,9 % de la masse absorbée.

- A)  $\square t = 63,11 \text{ jours}$     B)  $\square t = 25,25 \text{ jours}$     C)  $\square t = 50,49 \text{ jours}$     D)  $\square t = 37,87 \text{ jours}$     E)  $\square t = 12,62 \text{ jours}$

Données :  $M(^{222}_{86}\text{Rn}) = 222,0176 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(^{218}_{84}\text{Po}) = 218,0089 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(\text{He}) = 4,0026 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ ,  $t_{1/2}(^{222}_{86}\text{Rn}) = 3,8 \text{ jours}$ ,  $N = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$